

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-267742

(43)Date of publication of application : 09.10.1998

(51)Int.Cl.

G01H 3/00

B41J 29/08

G01H 3/08

G03G 21/00

(21)Application number : 09-069599

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 24.03.1997

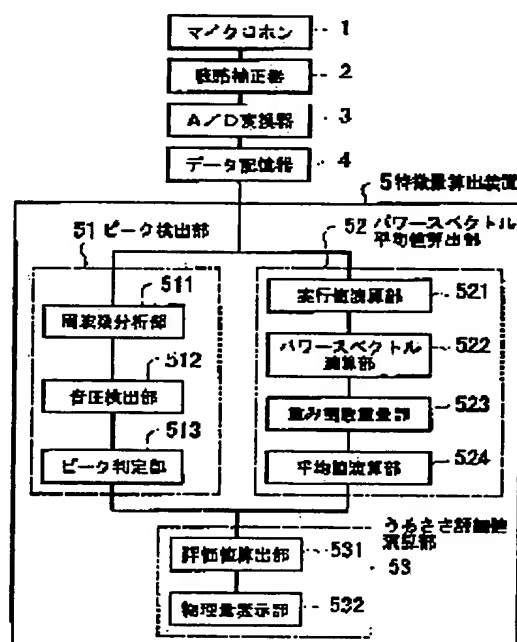
(72)Inventor : SASAHARA SHINJI

(54) TONE QUALITY EVALUATING DEVICE AND ITS METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To evaluate only a roaring sound recognized as a low frequency beat from among noises composed of many sounds having different tone qualities.

SOLUTION: A noise signal which is obtained through a microphone 1, an acoustic sense compensater 2, an analog/digital converter 3 and a data memory 4 is inputted into a feature quantity computing device 5. In a peak detecting section 51, a sound pressure detecting section 512 and a peak judging section 513 detect the peak value of a sound pressure level from a relation between a frequency and the sound pressure level at a time when a frequency analyzing section 511 analyzes the frequency, and a pure sound being the primary factor of a beat is extracted. In a power spectrum mean value computing section 52, an effective value computing section 521 obtains a sound pressure level wave form, and a power spectrum computing section 522 analyzes the frequency, and a weight function overlapping section 523 gives importance to human sensitivity, and a mean value computing section 524 obtains the mean value of a power spectrum, and the low frequency sound pressure fluctuation of the beat is thereby extracted. A noisy degree estimation value computing section 53 estimates a noisy degree from the above extracted value.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office



4 1 9 9 8 0 5 8 0 0 9 8 2 6 7 7 4 2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-267742

(43) 公開日 平成10年(1998)10月9日

(51) Int.Cl.^{*} 識別記号
 G 0 1 H 3/00
 B 4 1 J 29/08
 G 0 1 H 3/08
 G 0 3 G 21/00 5 3 0

F I
 G 0 1 H 3/00 A
 B 4 1 J 29/08 Z
 G 0 1 H 3/08
 G 0 3 G 21/00 5 3 0

審査請求 未請求 請求項の数13 OL (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-69599

(22) 出願日 平成9年(1997)3月24日

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社
 東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 笹原 慎司

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
 テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

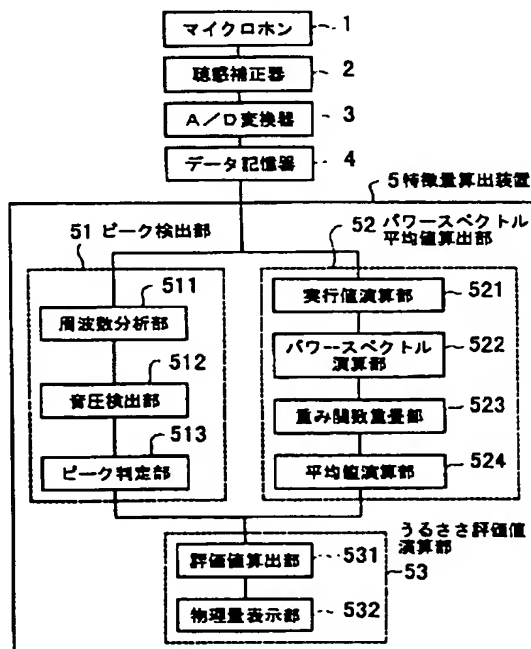
(74) 代理人 弁理士 服部 毅蔵

(54) 【発明の名称】 音質評価装置および音質評価方法

(57) 【要約】

【課題】 多くの音色の音によって構成されている騒音から、低周波のうなりとして認識されるウォンウォン音のみの評価を可能にすることを目的とする。

【解決手段】 マイクロホン1、聴感補正器2、A/D変換器3およびデータ記憶器4により得られた騒音の信号は特徴量算出装置5に入力される。ピーク検出部51では、周波数分析部511が周波数分析したときの周波数と音圧レベルとの関係から音圧検出部512、ピーク判定部513が音圧レベルのピーク値を検出し、うなりの要因である純音を抽出する。パワースペクトル平均値算出部52では、実効値演算部521が音圧レベル波形を求め、パワースペクトル演算部522が周波数分析をし、重み関数重量部523が人の感度の重み付けをし、平均値演算部524がパワースペクトルの平均値を求めて、うなりの低周波の音圧変動を抽出する。うるささ評価値演算部53は抽出値からうるささを評価する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 騒音を構成している構成音の中で低周波のうなりとして認識される音を評価する音質評価装置において、

評価対象とする音を採取して電気信号に変換する評価対象音取得手段と、

前記電気信号を周波数分析したときの周波数と音圧レベルとの関係から音圧レベルのピーク値を検出するピーク検出手段と、

前記電気信号の実効値波形のパワースペクトルの平均値を算出するパワースペクトル平均値算出手段と、
を備えていることを特徴とする音質評価装置。

【請求項2】 前記ピーク検出手段は、検出する音圧レベルの周波数領域を500Hz以下にしたことを特徴とする請求項1記載の音質評価装置。

【請求項3】 前記ピーク検出手段は、前記電気信号を周波数分析する周波数分析部と、前記周波数分析部にて周波数分析したときの周波数と音圧レベルとの関係から音圧レベルを検出する音圧検出部と、検出した音圧レベルからピーク値を抽出するピーク判定部とを有することを特徴とする請求項1記載の音質評価装置。

【請求項4】 前記パワースペクトル平均値算出手段は、前記電気信号の実効値を演算して音圧レベル波形を求める実効値演算部と、前記音圧レベル波形を周波数分析して前記音圧レベル波形のパワースペクトルを求めるパワースペクトル演算部と、前記パワースペクトルの平均値を演算する平均値演算部とを有することを特徴とする請求項1記載の音質評価装置。

【請求項5】 前記平均値演算部は、パワースペクトルの平均値演算の対象から直流成分を除外することを特徴とする請求項4記載の音質評価装置。

【請求項6】 前記平均値演算部は、5Hz以下の周波数領域のパワースペクトルをその平均値演算の対象とすることを特徴とする請求項4記載の音質評価装置。

【請求項7】 前記パワースペクトル平均値算出手段は、前記パワースペクトル演算部から出力されたパワースペクトルに対して、周波数に対する人の主観的な不快度を表す重み関数を重畳する重み関数重畳部をさらに有することを特徴とする請求項4記載の音質評価装置。

【請求項8】 前記ピーク検出手段およびパワースペクトル平均値算出手段より出力された二つの物理的指標をもとに、うるささ評価値を演算するうるささ評価値演算手段をさらに備えていることを特徴とする請求項1記載の音質評価装置。

【請求項9】 騒音を構成している構成音の中で低周波のうなりとして認識される音を評価する音質評価方法において、
評価対象とする音を採取して電気信号に変換し、
前記電気信号を周波数分析したときの周波数と音圧レベルの関係において音圧レベルのピーク値を検出すると

2

もに前記電気信号の実効値波形のパワースペクトルの平均値を算出し、

検出された前記ピーク値および算出された前記パワースペクトルの平均値から低周波のうなりとして認識される音の物理量を算出する、ことからなる音質評価方法。

【請求項10】 前記ピーク値を検出するステップは、ピーク値を検出する周波数領域を500Hz以下にしたことを特徴とする請求項9記載の音質評価方法。

【請求項11】 前記パワースペクトルの平均値を算出するステップは、直流成分のパワースペクトルを除外して平均値の算出を行うことを特徴とする請求項9記載の音質評価方法。

【請求項12】 前記パワースペクトルの平均値を算出するステップは、5Hz以下の周波数領域でパワースペクトルの平均値の算出を行うことを特徴とする請求項9記載の音質評価方法。

【請求項13】 前記パワースペクトルの平均値を算出するステップは、前記パワースペクトルに対して、周波数に対する人の主観的な不快度を表す重み関数を重畳してから平均値の算出を行うことを特徴とする請求項9記載の音質評価方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は音質評価装置および音質評価方法に関し、特に周波数にピークを持つ低周波のうなりとして認識される音を評価する音質評価装置および音質評価方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、環境へのやさしさの観点から、騒音問題への関心が高まってきており、オフィス機器に対しても騒音低減の要望が高まってきている。従来、騒音のうるさを評価する方法として、等価騒音レベル（JIS Z 8731）が一般的に用いられている。しかしながら、等価騒音レベルは、複写機やプリンタなどのオフィス機器から発生する騒音の心理的なうるささとの相関があまり良くないことが知られている。

【0003】これは、人が騒音のうるさを評価する場合には、全体の大きさで判断するのではなく、騒音に含まれている音の種類毎にうるさを判断しているためである。音の種類とは、たとえば低周波の重苦しい音、高周波の甲高い音、衝撃的に発生する音などである。そこで、従来は、自動車の室内騒音や空調機騒音のような音色の単調なものに対しては、いくつかの音質評価方法が提案されている。

【0004】しかし、複写機やプリンタなどのオフィス機器から発生する騒音は、機構の複雑さから多くの音色の騒音によって構成されており、全体の大きさというひとつの物理量では評価が困難である。そこで、いろいろな騒音が重なり合っている音の中から、それらを分解して、個々の音の心理的なうるささと合った評価尺度を求

めることが必要である。

【0005】そこで、代表的な複写機やプリンタの騒音を分析し、これらの騒音を構成している個々の構成音を聴覚的に認識できる音色で分類し、擬音による表現で抽出した。ここで抽出された音は、ファンなどの排気による空力音で構成される低周波ランダムノイズである「ゴー音」、用紙のこすれによる高周波ランダムノイズの「シャー音」、原稿読み取りのスキヤナの移動による瞬間的に発生する純音の「ウィン音」、スキヤナモータなどの高速回転や電磁波による純音の「キーン音」、駆動系のうなりによる近接した複数の周波数にピークを持つ純音からなる「ウォンウォン音」、用紙の搬送系による衝撃音である「カチャ音」の六つである。これらの構成音を図を用いて以下に説明する。

【0006】図9は異なる機種種の複写機やプリンタの動作中の代表的な騒音波形を示した図であって、(A)および(B)は時間軸における音圧レベルの変化を示し、(C)は周波数軸における音圧レベルの分布を示している。

【0007】擬音により表現したゴー音は、図9(C)において斜線で示した約100Hz～5kHzの周波数領域に分布している音であり、聴覚的には低周波の重苦しい音として感じる音である。シャー音は、図9(C)において網かけで示した約5kHz以上の周波数領域に分布している音で、ゴー音と比較して音圧レベルは小さいものの認識しやすく、耳障りに感じる音である。ウィン音は、図9(A)において網かけで示した周期的に発生する部分の音であり、発生している時間は短い、瞬間的な音圧レベルは大きい。キーン音は、図9(C)において星印で示した連続的に発生する純音であり、周囲の周波数成分の音圧レベルに対して大きく突出しているときに認識しやすい音である。ウォンウォン音は、図9(B)において斜線で示した部分の音であり、音圧レベルの振幅変調波であって、低周波のうなりとして認識できる音である。そして、カチャ音は、図9(A)および(B)において丸で囲んだ部分で瞬間的な音圧レベルのピークを持つ衝撃音であり、瞬間的な音圧レベルの変化が大きいことから認識しやすい音である。

【0008】本発明は、この構成音の中の特にウォンウォン音の抽出および評価に関するものである。このウォンウォン音は数dBから十数dBの音圧が、数Hzの変動周波数を以て変化するいわゆる「うなり」音であり、複写機やプリンタが発生する騒音の中でも特に気になる音、不快な音として抽出された音の一つである。このウォンウォン音を精度良く評価することは複写機、プリンタの騒音が人に与える心理的なうらさを評価するためには不可欠となってきている。このような音の評価するためのものとして、たとえば特開平6-117912号公報、特開平3-18725号公報、特開平3-18726号公報などがある。

【0009】特開平6-117912号公報に記載の評価方法では、臨界帯域フィルタにより分解したそれぞれの帯域ごとに音圧の変動量を求め、それにより騒音全体の変動感を算出している。

【0010】また、うなり音の評価としては、特開平3-18725号公報、特開平3-18726号公報に記載がある。これらの公報では、電磁開閉器のケースに取り付けたセンサからうなり音の原因となっている振動をセンシングし、基準値と比較することにより合否を判定している。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特開平6-117912号公報に記載の評価の場合、変動音の原因が近接する周波数の純音同士の干渉によるうなり音であるとなると、純音が二つの帯域にまたがった場合にこの変動音は正しく評価することができなくなる欠点を持っている。さらに、対象とする変動音は自動車の排気騒音のように様々な変動音が複雑に絡み合った合成音であり、30Hz近辺の変動周波数が最も変動感を感じる音とされているが、複写機・プリンタの騒音で対象とするウォンウォン音は近接する周波数にある純音が互いに干渉して起こるうなり音が主要原因であり、不快と感じる周波数も0.5～1.0Hzであるため、これらの音の評価には不適である。

【0012】また、特開平3-18725号公報、特開平3-18726号公報に記載されたうなり音評価の場合は、単にうなり音の大小により合否を判断しており、人が感じるうらさを表しているとはいえない。さらに、ウォンウォン音は複数の騒音発生源から発生する騒音が複雑に絡み合った結果として不快音を構成しているので、単一の部品の騒音を評価する利点は少ないという問題点があった。

【0013】本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、多くの音色の音によって構成されている騒音から、時間とともに音の大きさが周期的に変わり、低周波のうなりとして認識される非常に耳障りな音であるウォンウォン音のみの評価を可能とする音質評価装置および音質評価方法を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明では上記問題を解決するために、騒音を構成している構成音の中で低周波のうなりとして認識される音の評価する音質評価装置において、評価対象とする音を採取して電気信号に変換する評価対象音取得手段と、前記電気信号を周波数分析したときの周波数と音圧レベルとの関係から音圧レベルのピーク値を検出するピーク検出手段と、前記電気信号の実効値波形のパワースペクトルの平均値を算出するパワースペクトル平均値算出手段とを備えていることを特徴とする音質評価装置が提供される。

【0015】このような音質評価装置によれば、評価対

5

象音取得手段によって取得された電気信号から、ピーク検出手段が音圧レベルのピーク値を検出する。ウォンウォン音は近接する周波数の純音が互いに干渉して起こる低周波のうなりであることから、純音の最大値であるピーク値を評価のための一つの指標として求める。同時に、パワースペクトル平均値算出手段が低周波のうなりである低周波領域のパワースペクトルの平均値を評価のための一つの指標として求める。これらの指標はウォンウォン音の物理的特徴を抽出したものであり、これにより、多数の周波数帯域フィルタを用いることなく、簡単な構成でウォンウォン音の心理的なうるさを評価することが可能になる。

【0016】また、本発明によれば、騒音を構成している構成音の中で低周波のうなりとして認識される音の評価する音質評価方法において、評価対象とする音を採取して電気信号に変換し、前記電気信号を周波数分析したときの周波数と音圧レベルの関係において音圧レベルのピーク値を検出するとともに前記電気信号の実効値波形のパワースペクトルの平均値を算出し、検出された前記ピーク値および算出された前記パワースペクトルの平均値から低周波のうなりとして認識される音の物理量を算出することからなる音質評価方法が提供される。

【0017】この音質評価方法では、評価対象とする音の音圧レベルのピーク値とパワースペクトルの平均値とを並行して求めることにより、うなり音の物理的な特徴である低周波の音圧変動の平均値およびその音圧変動の要因の物理的な特徴である周波数の近接した純音のピーク値が求められ、ウォンウォン音のみの音が抽出されたことになる。これら平均値およびピーク値からウォンウォン音の心理的なうるささに対応する物理量が求められることにより、騒音のウォンウォン音以外の構成音の影響がなく、ウォンウォン音が人に与えるうるさを定量的に評価することが可能になる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は本発明の音質評価装置の構成例を示す図である。この図において、音質評価装置は、マイクロホン1と、聴感補正器2と、A/D(analog-to-digital)変換器3と、データ記憶器4と、特徴量算出装置5とから構成される。

【0019】マイクロホン1は複写機やプリンタから発生された騒音を集音して電気信号に変換するものである。マイクロホン1の出力は聴感補正器2の入力に接続される。聴感補正器2は電気信号に変換された騒音信号に対して聴感補正を行うもので、たとえば聴感上の周波数特性を模した周波数フィルタで構成される。ここでは騒音測定で一般的に用いられているA特性聴感補正を行った。聴感補正器2の出力は聴感補正された騒音信号をデジタル信号に変換するA/D変換器3に接続される。これは、音の信号をデジタル信号にすることで、一度測

6

定したデータは一定に保たれるためにデータの信頼性が増し、デジタル信号をもとに演算を行うことで評価精度が向上するからである。このA/D変換器3の出力はデータ記憶器4に接続される。データ記憶器4の例としては、DAT(Digital Audio Tape)、MD(Mini Disc)、パーソナルコンピュータなどに接続されたHDD(HardDisk Drive)、光磁気記録装置などがある。そして、データ記憶器4の出力は特徴量算出装置5に接続される。

【0020】この特徴量算出装置5はウォンウォン音の特徴が分析され、さまざまな物理量が算出され、それらを総合してウォンウォン音のうるささ評価値を算出するもので、たとえば、コンピュータ上で、時間軸波形や周波数波形上での編集および等価騒音レベルやラウドネスレベルなどの物理量の計算などを行うことができる音響解析装置によって構成され、ピーク検出部51と、パワースペクトル平均値算出部52と、うるささ評価値演算部53とを備えている。

【0021】ピーク検出部51は、データ記憶器4からのデジタル信号に変換された騒音信号を受けるよう接続された周波数分析部511と、この周波数分析部511による周波数分析の結果を受けて周波数に対する音圧を検出する音圧検出部512と、この音圧検出部512で検出された音圧を受けてそのピークを検出するピーク判定部513とから構成される。

【0022】パワースペクトル平均値算出部52は、データ記憶器4からのデジタル信号に変換された騒音信号を受けるよう接続された実効値演算部521と、この実効値演算部521の出力を受けるように接続されたパワースペクトル演算部522と、このパワースペクトル演算部522にて演算された変動周波数を受けて重み付けを行う重み関数重畳部523と、この重み関数重畳部523の出力を受けるよう接続された平均値演算部534とから構成される。

【0023】うるささ評価値演算部53はピーク検出部51およびパワースペクトル平均値算出部52から出力された物理的指標を受けてうるささ評価を算出する評価値算出部531と、この評価値算出部531で算出されたうるささ評価値などの物理量を表示する物理量表示部532とから構成される。

【0024】次に、この音質評価装置の動作について説明する。図2はマイクロホンにて集音された騒音の音圧波形の一例を示す図である。この図において、横軸は時間、縦軸は音圧を表している。複写機やプリンタから発生された騒音は図2に例示したような音圧波形で観測される。この騒音はマイクロホン1によって集音され、アナログの電気信号として出力される。この電気信号は、まず、聴感補正器2に入力されてA特性聴感補正が施され、続いて、A/D変換器3に入力されてデジタル信号に変換され、そして、データ記憶器4に入力されて一時

的に保存される。

【0025】次いで、データ記憶器4より読み出された騒音のデジタル信号は特徴量算出装置5に入力され、ピーク検出部51およびパワースペクトル平均値算出部52において並列に処理される。

【0026】まず、ピーク検出部51では、聴感補正された騒音のデジタル信号は周波数分析部511において周波数分析される。この周波数分析により、周波数に対する音圧レベルの変化が出力される。周波数分析部511より出力された周波数分析結果は音圧検出部512に10入力される。このとき、音圧検出部512に入力されるデータは、100～500Hzの周波数の領域に制限している。この理由としては、500Hz以上の周波数領域では、人はウォンウォン音ではなくキーン音と認識することになる。また、検出するピークの領域を500Hz以下に限定することにより、音圧検出部512に入力されるデータ量を大幅に減らすことができるので、音圧検出部512以降の処理を効率よく行うことが可能になるというメリットもある。

【0027】音圧検出部512は100～500Hzの周波数領域のデータを受けて、10Hzごとの最大音圧レベルを検出する。このようにして検出された最大音圧レベルのデータはピーク判定部513に入力され、100～500Hzの周波数領域におけるピークを抽出する。このピーク判定部513では、最大音圧レベル値とこの最大音圧の周波数の前後10Hzにおける周波数の音圧レベル値との差が3dB以上ある場合をピークと見做すようにし、3dB以上の差がない場合は音圧検出部512により2番目に大きな音圧レベルを検出して同様10にピークかどうかの判定を行う。このピーク判定部513での判定結果を図3に示す。

【0028】図3はピーク検出部の出力例を示す図である。この図において、横軸は周波数、縦軸は音圧レベルを示している。周波数分析部511により周波数分析されたときの周波数と音圧レベルとの関係から100～500Hzの周波数領域で前後の周波数の音圧レベル値より3dB以上突出している音圧レベルをピークとして判定され、そのピーク値がウォンウォン音を表す一つの物理的指標として、ピーク検出部51より出力され、うるささ評価値演算部53に送られる。

$$Y = 0.5 [1 - \cos \{2\pi (x/5)^{0.4}\}] \cdots (1)$$

で表される。ただし、 x は変動周波数であり、 $0 \leq x \leq 5$ である。

【0034】重み関数重畳部523において、パワースペクトルの周波数に対して人が感じる不快さを表す重み関数を重畳することにより、うるささを感じない変動周波数領域ではパワースペクトルが小さくされ、人がウォンウォン音から受ける主観的うるささをさらに精度良く評価することになる。

【0029】一方、パワースペクトル平均値算出部52では、聴感補正された騒音のデジタル信号が実効値演算部521に入力される。この実効値演算部521は、たとえば10ミリ秒ごとに騒音の音圧の実効値を計算して、音圧レベル波形に変換する。実効値演算部521による演算結果を図4に示す。

【0030】図4は聴感補正された音圧の実効値を計算して求めた音圧レベルの例を示す図である。この図において、横軸は時間、縦軸は音圧レベルを示している。この音圧レベルの変化から、ほぼ1Hz周期で音圧が変化している様子が見られる。実効値の演算によって求められた音圧レベル波形はパワースペクトル演算部522に入力され、周波数分析される。このパワースペクトル演算部522による周波数分析結果を図5に示す。

【0031】図5は音圧レベル波形の周波数分析により抽出された変動周波数のパワースペクトルを示す図である。この図において、横軸は変動周波数、縦軸はパワーを示している。パワースペクトル演算部522では、直流成分および5Hzを越える変動周波数領域を除いて演算している。これは、パワースペクトルの直流成分はウォンウォン音の音圧変動には無関係であり、値が極端に大きいので平均値の演算に使用するには相応しくないことによる。また、5Hzを越える領域はウォンウォン音として認識されないのので、演算の対象から除外している。このようにして、パワースペクトル演算部522にて求められた変動周波数のパワースペクトルは重み関数重畳部523に入力され、ここで、重み関数が重畳される。重み関数重畳部523にて重畳する重み関数の一例を図6に示す。

【0032】図6は重み関数の一例を示す図である。この図において、横軸は変動周波数、縦軸は重みを示している。重み関数はパワースペクトルに関して人が変動周波数に対して感じる感度を表すもので、代表的な複写機やプリンタのウォンウォン音の分析から得たものである。この分析結果によれば、0.5～1Hzの近辺が最も不快に感じ、それ以上またはそれ以下の周波数では徐々にうるささが緩和されていることが分かる。図示のように、0.88Hzが最も感度が高くて不快に感じる周波数であり、このときの重み関数 Y は、

【0033】

【数1】

【0035】重み関数が重畳されたパワースペクトルは平均値演算部524に入力されて平均値が求められる。平均値演算部524によって求められた平均値の例を図5に示してある。なお、図5は重み関数を重畳する前のパワースペクトルを示したものであるのので、図示の平均値も重み関数を重畳する前のパワースペクトルの平均値で示している。したがって、重み関数重畳部523により重み関数を重畳したパワースペクトルの平均値は、図

9

示の平均値よりも小さくなる。このパワースペクトル平均値がウォンウォン音を表す一つの物理的指標として、パワースペクトル平均値算出部52より出力され、うるささ評価値演算部53に送られる。

【0036】うるささ評価値演算部53は、ピーク検出部51からの音圧レベルのピーク値およびパワースペクトル平均値算出部52からのパワースペクトル平均値を

$$a \text{ (ピーク値)} + b \text{ (パワースペクトル平均値)} + c \cdots (2)$$

によって求められる。ただし、a、bは係数、cは定数である。

【0038】評価値算出部531での計算結果であるうるささ評価値は物理量表示部532に送られて表示される。この物理量表示部532での表示例を図7に示す。図7は評価値算出部より出力されたうるささ評価値の表示例を示す図である。この物理量表示部532での表示例によれば、うるささ評価値は、これを求める騒音波形の物理特徴量である音圧レベルのピーク値およびパワースペクトル平均値とともに表示されている。

【0039】次に、本発明による効果を確認するため、ウォンウォン音によるうるささを官能評価により評価した。この評価の結果を図8に示す。図8はうるささ評価値とウォンウォン音によるうるささ官能値との関係を示す図である。ここでは、7機種種のプリンタおよび複写機を用いて官能評価実験を行った。評価はウォンウォン音を全くうるさく感じないものを0点、うるさくて耐えられないものを10点として行った。評価人数は聴覚に異常のない男女合わせて20名であった。図示の評価結果によれば、本発明によって得られたうるささ評価値はうるささを官能評価により評価した結果と高い相関関係が得られていることがわかる。

【0040】以上、本発明の好適な実施の形態について詳述したが、本発明はこの特定の実施の形態に限定されるものではない。たとえば、実施の形態においては、複写機などの騒音波形をマイクロホン1、聴感補正器2、A/D変換器3およびデータ記憶器4にて取得したが、騒音計を利用してその出力信号を特徴量算出装置5に入力するようにしてもよい。

【0041】また、ピーク検出部51は電気信号を周波数分析したときの周波数と音圧レベルの関係からピーク値を検出するようにしたが、周波数分析器511によって求められた分析結果を画像信号に変換し、この画像信号から各周波数における音圧レベルを読み取り、たとえば、隣接する周波数からの変化量を計算し、あるしきい値を超えた場合に周波数ピークがあると判断するような演算を行うソフトウェアおよびそのソフトウェアを実行するコンピュータによって構成することができる。

【0042】また、音圧検出部512およびピーク判定部513における別のピーク値の検出方法として、ある帯域における音圧レベルの平均値と帯域内の個々の周波数の音圧レベルとを比較し、その差があるしきい値を超

10

受けると、評価値算出部531が評価値を算出する。評価値算出部531は、評価値を騒音波形の物理特徴量の線形和として算出する。すなわち、ウォンウォン音を主観量で表したうるささ評価値は、

【0037】

【数2】

えた場合に周波数ピークがあると判断したり、周波数における微分を計算し、上に凸であり、かつ、凸部の開始点から頂点までの変化量があるしきい値を超えた場合に周波数ピークがあると判断するようにしてもよい。

【0043】また、電気信号の実効値のパワースペクトルの平均値を算出するパワースペクトル平均値算出部52は、好適な実施の形態では、重み関数重畳部523を有していたが、この重み関数重畳部523は必ずしも必要なものではなく、省略することができる。この場合、うるささ評価値を求めるときにパワースペクトル平均値に掛けられる係数bの値がそれに合わせて変更される。

20 【0044】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、評価対象とする音に対応する電気信号を周波数分析したときの周波数と音圧レベルとの関係で音圧レベルの最大ピーク値を検出するためのピーク検出手段と、電気信号の実効値波形のパワースペクトルの平均値を算出するパワースペクトル平均値算出手段とを有するように構成した。これにより、パワースペクトル平均値算出手段が低周波の音圧変動のいわゆるうなり音の物理的な特徴を抽出し、ピーク検出手段が干渉によってうなり音が発生する原因となる実際には周波数の接近した二つのピークの物理的な特徴を抽出することが容易となり、これらの音の心理的なうるささとの対応付けが可能となることで、心理的なうるささとの対応の良い音質評価装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の音質評価装置の構成例を示す図である。

【図2】マイクロホンにて集音された騒音の音圧波形の一例を示す図である。

【図3】ピーク検出部の出力例を示す図である。

40 【図4】聴感補正された音圧の実効値を計算して求めた音圧レベルの例を示す図である。

【図5】音圧レベル波形の周波数分析により抽出された変動周波数のパワースペクトルを示す図である。

【図6】重み関数の一例を示す図である。

【図7】評価値算出部より出力されたうるささ評価値の表示例を示す図である。

【図8】うるささ評価値とウォンウォン音によるうるささ官能値との関係を示す図である。

50 【図9】異なる機種種の複写機やプリンタの動作中の代表的騒音波形を示した図であって、(A)および(B)

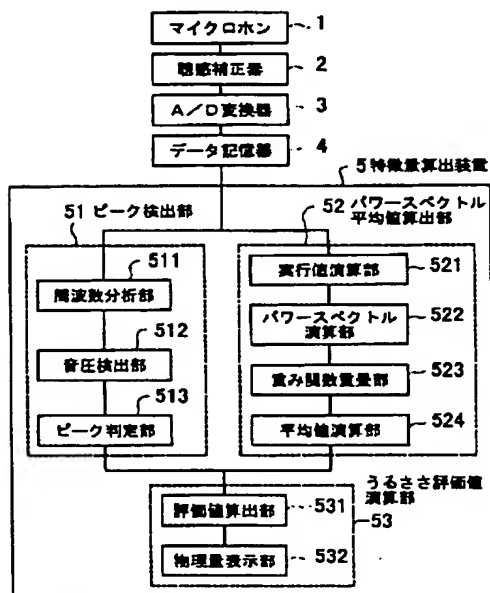
11

は時間軸における音圧レベルの変化を示し、(C)は周波数軸における音圧レベルの分布を示している。

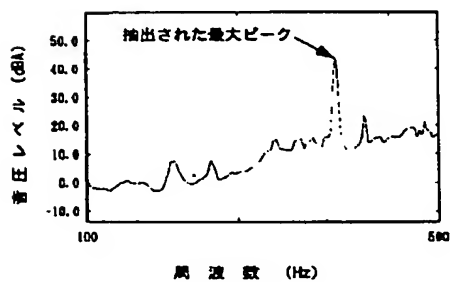
【符号の説明】

- 1 マイクロホン
- 2 聴感補正器
- 3 A/D変換器
- 4 データ記憶器
- 5 特徴量算出装置
 - 5 1 ピーク検出部
 - 5 2 パワースペクトル平均値算出部

【図1】



【図3】

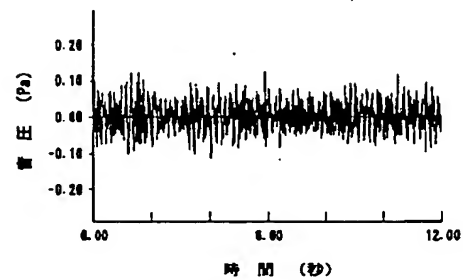


12

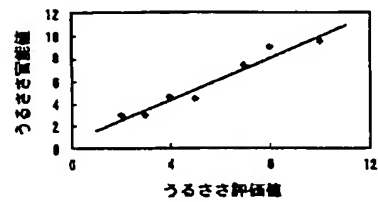
- 5 3 うるささ評価値演算部
 - 5 1 1 周波数分析部
 - 5 1 2 音圧検出部
 - 5 1 3 ピーク判定部
 - 5 2 1 実効値演算部
 - 5 2 2 パワースペクトル演算部
 - 5 2 3 重み関数重畳部
 - 5 3 4 平均値演算部
 - 5 3 1 評価値算出部
 - 5 3 2 物理量表示部

10

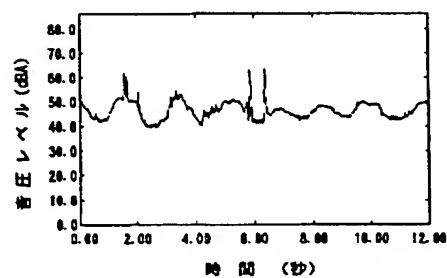
【図2】



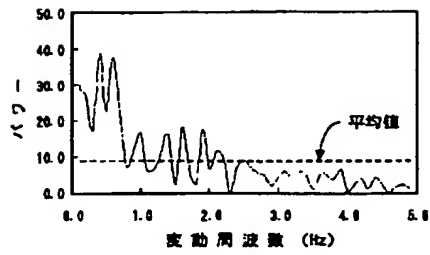
【図8】



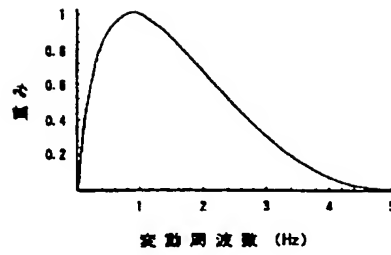
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

No.	ピーク値(dB)	パワー平均値	うるささ評価値
1	32.4	4.5	2.0
2	28.5	3.5	1.2
3	42.1	6.2	5.8
.	.	.	.
.	.	.	.

【図9】

